

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kenichi SATO

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: March 19, 2004

Examiner:

For: SINGLE FOCUS LENS

LETTER

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

March 19, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 094152	March 31, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold  
Bruce Y. Arnold  
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129  
Great Falls, VA 22066-0129

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 3 1 日  
Date of Application:

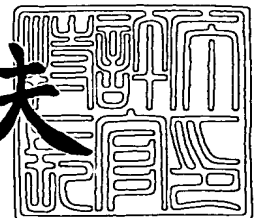
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 1 5 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 9 4 1 5 2 ]

出      願      人                      富士写真光機株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 FJ02-037

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/18

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 佐藤 賢一

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100109656

【弁理士】

【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

【識別番号】 100098785

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 単焦点レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、

ガラス材料よりなり、かつ物体側の面を凸面形状とした正のパワーを有する第 1 レンズと、

絞りと、

プラスチック材料よりなり、少なくとも 1 面を非球面形状とし、かつ物体側に凹面を向けた正のパワーを有するメニスカス形状の第 2 レンズと、

プラスチック材料よりなり、両面を非球面形状とし、かつ物体側に凸面を向けた正または負のパワーを有するメニスカス形状の第 3 レンズと

を備え、

かつ、以下の条件式 (1) ~ (6) を満足するように構成されていることを特徴とする単焦点レンズ。

$$1. \quad 0 < f_1 / f < 2.5 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$R_1 / f < 3.0 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$1. \quad 0 < \Delta Z_F / \Delta Z_R < 2.0 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$0.3 < \Delta Z_{RA} / \Delta Z_R < 0.6 \quad \cdots \cdots (4)$$

$$0.7 < (B_f - \Delta Z_R) / D \quad \cdots \cdots (5)$$

$$0.6 < (|R_2| - R_1) / (R_1 + |R_2|) \quad \cdots \cdots (6)$$

ただし、

$f$  は全体の焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズの焦点距離、 $B_f$  は第 3 レンズから結像面までの空気換算によるバックフォーカス長、 $R_1$  は第 1 レンズの物体側の面の曲率半径、 $R_2$  は第 1 レンズの像側の面の曲率半径を示す。

また、 $\Delta Z_F$  は第 3 レンズの物体側の面における高さ  $H$  での光軸方向の形状変位量、 $\Delta Z_R$  は第 3 レンズの像側の面における高さ  $H$  での光軸方向の形状変位量、 $\Delta Z_{RA}$  は第 3 レンズの像側の面における高さ  $H/2$  での光軸方向の形状変位量、 $D$  は最大像高を示す（ただし、 $H$  は、第 3 レンズの像側の面を有効光線が通過する最大高さとする。）。

【請求項 2】 前記第 1 レンズは、像側の面を平面とした凸平レンズであり

前記第 2 レンズは、両面が非球面形状である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の単焦点レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特に小型の撮像装置への搭載に適した単焦点レンズに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、パーソナルコンピュータの一般家庭等への普及に伴い、撮影した風景や人物像等の画像情報をパーソナルコンピュータに入力することができるデジタルスチルカメラ（以下、単にデジタルカメラという。）が急速に普及しつつある。また携帯電話の高機能化に伴い、携帯電話に画像入力用のモジュールカメラ（携帯用モジュールカメラ）が搭載されることも多くなってきている。

【0 0 0 3】

これらの撮像装置では、C C D（Charge Coupled Device：電荷結合素子）や C M O S（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などの撮像素子が用いられている。このような撮像装置は、近年、撮像素子の小型化が進んでいることから、装置全体としても非常に小型化が図られてきている。また、撮像素子の高画素化も進んでおり、高解像、高性能化が図られてきている。

【0 0 0 4】

このような撮像装置に用いられる撮像レンズとしては、例えば以下の特許文献記載のものがある。特許文献 1 ～ 3 には、3 枚構成の撮像レンズが記載されている。特許文献 4 には、4 枚構成の撮像レンズが記載されている。特許文献 1 記載の撮像レンズでは、物体側から 2 番目のレンズと 3 番目のレンズとの間に、絞りの位置がある。特許文献 2 記載の撮像レンズでは、物体側から 1 番目のレンズと 2 番目のレンズとの間に、絞りの位置がある。特許文献 3 記載の撮像レンズでは、レンズ系の最も物体側に絞りの位置がある。各特許文献記載の撮像レンズにお

いて、最も物体側のレンズは、いずれもメニスカス形状となっている。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-48516号公報

【特許文献2】

特開2002-221659号公報

【特許文献3】

米国特許第6441971号公報

【特許文献4】

特表2002-517773号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように近年の撮像素子は、小型化および高画素化が進んでおり、それに伴って、特にデジタルカメラ用の撮像レンズには、高い解像性能と構成のコンパクト化が求められている。一方、携帯用モジュールカメラの撮像レンズには従来、コスト面とコンパクト性が主に要求されていたが、最近では携帯用モジュールカメラにおいても撮像素子の高画素化が進む傾向にあり、性能面に対する要求も高くなってきている。特に、次世代の携帯用モジュールカメラは、高画素化がより進み、より高性能になると思われる。

【0007】

このため、コスト面、性能面、およびコンパクト性を総合的に考慮した多種多様なレンズの開発が望まれている。例えば、現状の携帯用モジュールカメラにも搭載可能なコンパクト性を満足しつつ、次世代の携帯用モジュールカメラへの搭載をも視野に入れた、ローコストで高性能な撮像レンズの開発が望まれている。

【0008】

このような要求に対しては、例えば、コンパクト化およびローコスト化を図るためにレンズ枚数を3枚または4枚構成とし、高性能化を図るために、非球面を積極的に用いることが考えられる。この場合、非球面はコンパクト化および高性能化に寄与するが、製造性の点で不利でありコスト高になり易いので、その使用

は製造性を十分考慮したものとするのが望ましい。上記各特許文献記載のレンズは、3枚または4枚構成で非球面を用いた構成となっているが、上記した総合的な性能が不十分であり、例えば性能面は良くても、コンパクト性に欠けたりしている。一般に、3枚構成のレンズでは、性能面では携帯用モジュールカメラには十分であっても、次世代の携帯用モジュールカメラやデジタルカメラ用としては性能面で不十分になり易い。また、4枚構成のレンズでは、3枚構成に比べて性能を向上させることはできるものの、コスト面およびコンパクト性の点で不利になり易い。

#### 【0009】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、少ないレンズ枚数でローコスト化を図りながら、非球面を有効に用いることにより、高性能、かつコンパクトな構成を実現できる単焦点レンズを提供することにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明による単焦点レンズは、物体側より順に、ガラス材料よりなり、かつ物体側の面を凸面形状とした正のパワーを有する第1レンズと、絞りと、プラスチック材料よりなり、少なくとも1面を非球面形状とし、かつ物体側に凹面を向けた正のパワーを有するメニスカス形状の第2レンズと、プラスチック材料よりなり、両面を非球面形状とし、かつ物体側に凸面を向けた正または負のパワーを有するメニスカス形状の第3レンズとを備え、かつ、以下の条件式(1)～(6)を満足するように構成されているものである。

#### 【0011】

$$1. \quad 0 < f_1 / f < 2.5 \quad \cdots (1)$$

$$R_1 / f < 3.0 \quad \cdots (2)$$

$$1. \quad 0 < \Delta Z_F / \Delta Z_R < 2.0 \quad \cdots (3)$$

$$0.3 < \Delta Z_{RA} / \Delta Z_R < 0.6 \quad \cdots (4)$$

$$0.7 < (Bf - \Delta Z_R) / D \quad \cdots (5)$$

$$0.6 < (|R_2| - R_1) / (R_1 + |R_2|) \quad \cdots (6)$$

ただし、

$f$  は全体の焦点距離、 $f_1$  は第 1 レンズの焦点距離、 $Bf$  は第 3 レンズから結像面までの空気換算によるバックフォーカス長、 $R_1$  は第 1 レンズの物体側の面の曲率半径、 $R_2$  は第 1 レンズの像側の面の曲率半径を示す。

また、 $\Delta ZF$  は第 3 レンズの物体側の面における高さ  $H$  での光軸方向の形状変位量、 $\Delta ZR$  は第 3 レンズの像側の面における高さ  $H$  での光軸方向の形状変位量、 $\Delta ZRA$  は第 3 レンズの像側の面における高さ  $H/2$  での光軸方向の形状変位量、 $D$  は最大像高を示す（ただし、 $H$  は、第 3 レンズの像側の面を有効光線が通過する最大高さとする。）。

#### 【0012】

本発明による単焦点レンズでは、ガラス材料よりなる正のパワーの第 1 レンズと、プラスチック材料よりなる正のパワーの非球面形状の第 2 レンズと、プラスチック材料よりなり正または負のパワーを有する両面非球面形状の第 3 レンズとを物体側から順に配設し、かつ、絞りを第 1 レンズと第 2 レンズとの間に配設し、第 1、第 3 レンズの焦点距離や形状などに関する所定の条件式 (1) ~ (6) を満たして各レンズの形状、パワー配分などを適切なものにすることで、3 枚という少ないレンズ枚数でローコスト化を図りながら、非球面を有効に用い、現状の携帯用モジュールカメラのみならず、次世代の携帯用モジュールカメラにまで対応可能な高い光学性能が得られる。

#### 【0013】

この単焦点レンズにおいて、第 1 レンズは、像側の面を平面とした凸平レンズであることが好ましい。凸平形状にすることで、製造コストの低減、および製造安定性の向上に有利となる。また、第 2 レンズは、両面が非球面形状であることが好ましい。

#### 【0014】

これらの好ましい構成を必要に応じて適宜採用することで、よりローコストで高性能、かつコンパクトなレンズ系が実現される。

#### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。



## 【0016】

図1は、本発明の一実施の形態に係る単焦点レンズの構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例（図4，図5）のレンズ構成に対応している。また、図2は、本実施の形態に係る単焦点レンズの他の構成例を示している。図2の構成例は、後述の第2の数値実施例（図6，図7）のレンズ構成に対応している。なお、図1，図2において、符号 $R_i$ は、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側（結像側）に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した $i$ 番目（ $i=1\sim 8$ ）の面の曲率半径を示す。符号 $D_i$ は、 $i$ 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 $Z_1$ 上の面間隔を示す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じなので、以下では、図1に示した単焦点レンズの構成を基本にして説明する。

## 【0017】

この単焦点レンズは、例えば、CCDやCMOSなどの撮像素子を用いた携帯用モジュールカメラやデジタルカメラ等に搭載されて使用されるものである。この単焦点レンズは、光軸 $Z_1$ に沿って、第1レンズ $G_1$ 、絞り $S_t$ 、第2レンズ $G_2$ 、および第3レンズ $G_3$ が、物体側より順に配設された構成となっている。この単焦点レンズの結像面（撮像面）には、図示しないCCDなどの撮像素子が配置される。CCDの撮像面付近には、撮像面を保護するためのカバーガラス $C_G$ が配置されている。第3レンズ $G_3$ と結像面（撮像面）との間には、カバーガラス $C_G$ のほか、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの他の光学部材が配置されていても良い。

## 【0018】

第1レンズ $G_1$ は、物体側の面を凸面形状とし、正のパワーを有している。第1レンズ $G_1$ は、メニスカス形状（図1の構成）であっても良いし、像側の面を平面とした凸平形状（図2の構成）としても良い。

## 【0019】

第2レンズ $G_2$ は、少なくとも1面が非球面形状であり、かつ物体側に凹面を向けた正のパワーを有するメニスカス形状となっている。ただし、第2レンズ $G_2$ を、負のパワーとしても良い。また、第2レンズ $G_2$ を両面共に非球面形状に

すれば、収差補正がし易くなるので好ましい。

### 【0020】

第3レンズG3は、両面が非球面形状であり、かつ物体側に凸面を向けた正または負のパワーを有するメニスカス形状となっている。第3レンズG3は、後述の式(3)、(4)を満たすことで、近軸から周辺部に至るまで、肉厚の変化の少ない非球面形状となっている。

### 【0021】

なお、本実施の形態において、近軸近傍におけるレンズ形状は、例えば後述の非球面式(A)において、係数Kに係る部分(係数 $A_i$ に係る多項式部分を除いた部分)によって表される。

### 【0022】

この単焦点レンズは、以下の条件式(1)～(6)を満足するように構成されている。ただし、式(1)～(6)において、 $f$ は全体の焦点距離、 $f_1$ は第1レンズG1の焦点距離、 $Bf$ はバックフォーカス長、 $R_1$ は第1レンズG1の物体側の面の曲率半径、 $R_2$ は第1レンズG1の像側の面の曲率半径を示している。 $Bf$ は、カバーガラスCGなどの他の光学部材がある場合には、その部分を空気換算長とした、第3レンズG3から結像面までの空気換算による全体のバックフォーカス長を示す。

$$1. \quad 0 < f_1 / f < 2.5 \quad \cdots (1)$$

$$R_1 / f < 3.0 \quad \cdots (2)$$

$$1. \quad 0 < \Delta Z F / \Delta Z R < 2.0 \quad \cdots (3)$$

$$0.3 < \Delta Z R A / \Delta Z R < 0.6 \quad \cdots (4)$$

$$0.7 < (Bf - \Delta Z R) / D \quad \cdots (5)$$

$$0.6 < (|R_2| - R_1) / (R_1 + |R_2|) \quad \cdots (6)$$

### 【0023】

ここで、図3に示したように、式(3)～(5)において、 $\Delta Z F$ は第3レンズG3の物体側の面における高さHでの光軸方向の形状変位量、 $\Delta Z R$ は第3レンズG3の像側の面における高さHでの光軸方向の形状変位量、 $\Delta Z R A$ は第3レンズG3の像側の面における高さH/2での光軸方向の形状変位量、 $D$ は最大

像高を示す。Hは、第3レンズG3の像側の面を有効光線が通過する最大高さとする。

#### 【0024】

この単焦点レンズにおいて、第1レンズG1のレンズ材は、主に加工性および製造コストの点を考慮して、ガラス材料であることが好ましい。特に、第1レンズG1を、研磨加工可能なガラスの球面レンズとすることで、ローコスト化を図ることができる。さらに第1レンズG1を凸平レンズにすれば、さらなる製造コストの低減、および製造安定性の向上を図ることができる。一方、第2レンズG2および第3レンズG3のレンズ材は、特殊な非球面形状加工を行うため、光学樹脂材料（プラスチックレンズ）で構成されていることが好ましい。

#### 【0025】

次に、以上のように構成された単焦点レンズの作用および効果を説明する。

#### 【0026】

この単焦点レンズでは、ガラス材料よりなる正のパワーの第1レンズG1と、プラスチック材料よりなる正のパワーの非球面形状の第2レンズG2と、プラスチック材料よりなり正または負のパワーを有する両面非球面形状の第3レンズG3とを物体側から順に配設し、かつ、絞りStを第1レンズと第2レンズとの間に配設し、第1、第3レンズG1、G3の焦点距離や形状などに関する所定の条件式(1)～(6)を満たして各レンズの形状、パワー配分などを適切なものにするので、3枚という少ないレンズ枚数でローコスト化を図りながら、高い性能とコンパクトなレンズ系を実現している。

#### 【0027】

この単焦点レンズでは、主に軸上の性能を向上させるために、絞りStを第1レンズG1と第2レンズG2との間に配設し、第1レンズG1の物体側の面を凸面形状としている。

#### 【0028】

またこの単焦点レンズでは、第2レンズG2および第3レンズG3に非球面を用いることで、大きな収差補正効果が得られる。特に、第3レンズG3の形状を条件式(3)、(4)を満たした非球面形状とすることで、軸上収差の補正をし

易くなる。

#### 【0029】

条件式(1)は、第1レンズG1の焦点距離に関するものである。条件式(1)の数値範囲を上回ると、第1レンズG1のパワーが小さくなり過ぎて像面湾曲の補正が困難となる。ところで一般に、デジタルカメラ等においては、CCD等の撮像素子の特性上、光線が撮像面に垂直に近い状態で入射することが望ましい。従って、デジタルカメラ等に搭載される単焦点レンズでは、テレセントリック性が確保されていることが望ましい。条件式(1)の数値範囲を下回ると、射出光線角度が大きくなり、テレセントリック性が悪化するため好ましくない。

#### 【0030】

条件式(2)は、第1レンズG1の物体側の面の曲率半径に関するものであり、この数値範囲を外れると、主に像面湾曲および非点収差の補正が困難となる。

#### 【0031】

条件式(3)、(4)は、第3レンズG3の形状に関するものであり、第3レンズG3の最大有効径Hとその $1/2$ の高さにおける形状変位量を規定している。これらの数値範囲を外れると、第3レンズG3はプラスチック材料のため、温度特性が劣化する。また、肉厚の均一性が崩れ製造性も悪化するので、好ましくない。

#### 【0032】

条件式(5)は、レンズ系のフランジバックに関するものである。一般に、撮像素子を用いた光学系では、レンズの最終面と撮像素子との間に赤外線カットフィルタやカバーガラスなどの光学部材を配置することが多い。そのため、これらの光学部材を配置するために、ある程度の長さのフランジバックが必要となってくる。この数値範囲を下回ると、第3レンズG3が結像位置に近づき過ぎフィルタ類の入るスペースが確保できなくなるため好ましくない。

#### 【0033】

条件式(6)は、第1レンズG1の形状に関するものである。条件式(6)の数値範囲を外れると像面湾曲の補正が困難となるため好ましくない。

#### 【0034】

このように、本実施の形態に係る単焦点レンズによれば、3枚という少ないレンズ枚数で非球面を有効に用いることにより、現状の携帯用モジュールカメラにも搭載可能なコンパクト性を満足しつつ、性能面では次世代の携帯用モジュールカメラへの搭載をも視野に入れた、ローコストで高性能な撮像レンズが実現できる。

#### 【0035】

##### 【実施例】

次に、本実施の形態に係る単焦点レンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、第1および第2の数値実施例（実施例1，2）をまとめて説明する。図4，図5は、図1に示した単焦点レンズの構成に対応する具体的なレンズデータ（実施例1）を示している。また、図6，図7は、図2に示した単焦点レンズの構成に対応する具体的なレンズデータ（実施例2）を示している。図4および図6には、その実施例のレンズデータのうち基本的なデータ部分を示し、図5および図7には、その実施例のレンズデータのうち非球面形状に関するデータ部分を示す。

#### 【0036】

各図に示したレンズデータにおける面番号 $S_i$ の欄には、各実施例の単焦点レンズについて、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した $i$ 番目（ $i=1\sim 8$ ）の面の番号を示している。曲率半径 $R_i$ の欄には、図1，図2で付した符号 $R_i$ に対応させて、物体側から $i$ 番目の面の曲率半径の値を示す。面間隔 $D_i$ の欄についても、図1，図2で付した符号に対応させて、物体側から $i$ 番目の面 $S_i$ と $i+1$ 番目の面 $S_{i+1}$ との光軸上の間隔を示す。曲率半径 $R_i$ および面間隔 $D_i$ の値の単位はミリメートル（mm）である。 $N_{dj}$ ， $\nu_{dj}$ の欄には、それぞれ、カバーガラスCGも含めて、物体側から $j$ 番目（ $j=1\sim 4$ ）のレンズ要素の $d$ 線（587.6nm）に対する屈折率およびアッペ数の値を示す。なお、曲率半径 $R_i$ の値が0（ゼロ）となっている部分は、平面であることを示す。図4および図6にはまた、諸データとして、全系の焦点距離 $f$ （mm）、Fナンバー（FNO.）、画角 $2\omega$ （ $\omega$ ：半画角）の値を同時に示す。

## 【0037】

図4および図6の各レンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「\*」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。各実施例共に、第2レンズG2の両面S3, S4および第3レンズG3の両面S5, S6が非球面形状となっている。基本レンズデータには、これらの非球面の曲率半径として、光軸近傍（近軸近傍）の曲率半径の数値を示している。

## 【0038】

図5および図7の各非球面データの数値において、記号“E”は、その次に続く数値が10を底とした“べき指数”であることを示し、その10を底とした指数関数で表される数値が“E”の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「1.0E-02」であれば、「 $1.0 \times 10^{-2}$ 」であることを示す。

## 【0039】

各非球面データには、以下の式(A)によって表される非球面形状の式における各係数 $A_i$ , Kの値を記す。Zは、より詳しくは、光軸から高さhの位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ（mm）を示す。

## 【0040】

$$Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + A_3 \cdot h^3 + A_4 \cdot h^4 + A_5 \cdot h^5 + A_6 \cdot h^6 + A_7 \cdot h^7 + A_8 \cdot h^8 + A_9 \cdot h^9 + A_{10} \cdot h^{10} \dots\dots (A)$$

ただし、

Z: 非球面の深さ (mm)

h: 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

K: 離心率

C: 近軸曲率 =  $1/R$

(R: 近軸曲率半径)

$A_i$ : 第i次 ( $i = 3 \sim 10$ ) の非球面係数

## 【0041】

各実施例共に、第2レンズG2の両面S3, S4の非球面形状は、非球面係数として、偶数次の係数 $A_4$ ,  $A_6$ ,  $A_8$ ,  $A_{10}$ のみを有効に用いて表されている。

第3レンズG3の両面S5, S6の非球面形状は、さらに奇数次の非球面係数 $A_3$ ,  $A_7$ ,  $A_9$ をも有効に用いている。

#### 【0042】

図8は、上述の条件式(1)～(6)に対応する値を、各実施例についてまとめて示したものである。図8に示したように、各実施例の値が、条件式(1)～(6)の数値範囲内となっている。

#### 【0043】

図9(A)～(C)は、実施例1の単焦点レンズにおける球面収差、非点収差、およびディストーション(歪曲収差)を示している。各収差図には、d線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には、g線(波長435.8nm), C線(波長656.3nm)についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。同様に、実施例2についての諸収差を図10(A)～(C)に示す。

#### 【0044】

以上の各レンズデータおよび各収差図から分かるように、各実施例について、良好に収差補正がなされている。また、全長のコンパクト化が図られている。

#### 【0045】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得る。

#### 【0046】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の単焦点レンズによれば、ガラス材料よりなる正のパワーの第1レンズと、プラスチック材料よりなる正のパワーの非球面形状の第2レンズと、プラスチック材料よりなり正または負のパワーを有する両面非球面形状の第3レンズとを物体側から順に配設し、かつ、絞りを第1レンズと第2レンズとの間に配設し、第1, 第3レンズの焦点距離や形状などに関する所定の条件式(1)～(6)を満たして各レンズの形状、パワー配分などを最適化するようにしたので、少ないレンズ枚数でローコスト化を図りながら、非球面を有効

に用い、高性能、かつコンパクトな構成を実現できる。

【0047】

また、本発明の単焦点レンズにおいて、第1レンズの像側の面を平面とし、凸平レンズにした場合には、製造コストの低減、および製造安定性の向上を図ることができ、よりローコスト化を図ることができる。さらに、第2レンズの両面を非球面形状にすることで、より高性能、かつコンパクトな構成を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態に係る単焦点レンズの構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

【図2】

本発明の一実施の形態に係る単焦点レンズの他の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

【図3】

本発明の一実施の形態に係る単焦点レンズにおける第3レンズの形状を説明するための図である。

【図4】

実施例1に係る単焦点レンズの基本レンズデータを示す図である。

【図5】

実施例1に係る単焦点レンズの非球面に関するデータを示す図である。

【図6】

実施例2に係る単焦点レンズの基本レンズデータを示す図である。

【図7】

実施例2に係る単焦点レンズの非球面に関するデータを示す図である。

【図8】

各実施例に係る単焦点レンズが満たす条件式の値を示す図である。

【図9】

実施例1に係る単焦点レンズの球面収差、非点収差、およびディストーションを示す収差図である。



## 【図 10】

実施例 2 に係る単焦点レンズの球面収差、非点収差、およびディストーションを示す収差図である。

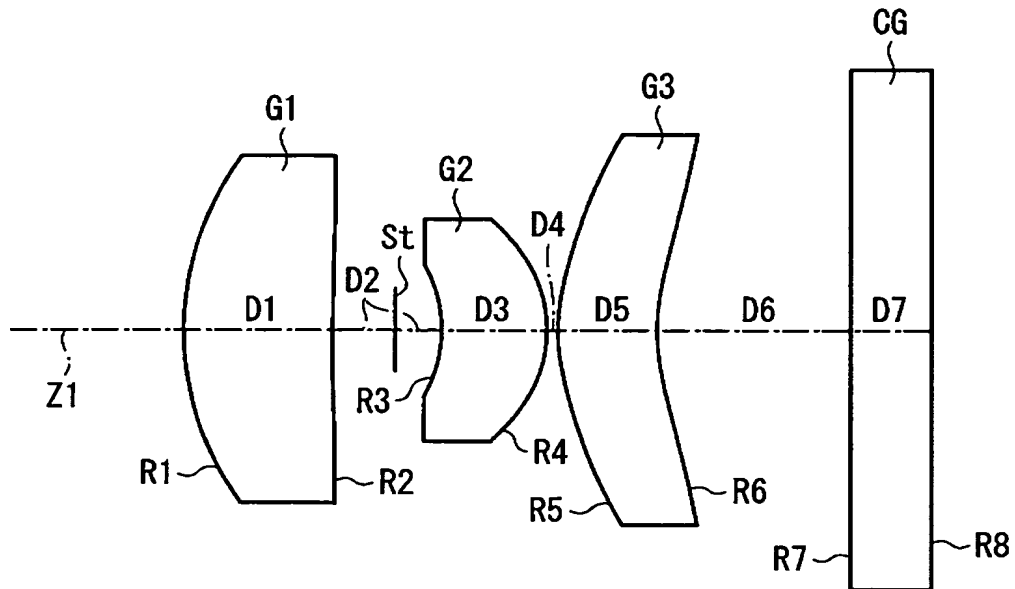
## 【符号の説明】

CG…カバーガラス、 $G_j$ …物体側から第  $j$  番目のレンズ、 $R_i$ …物体側から第  $i$  番目のレンズ面の曲率半径、 $D_i$ …物体側から第  $i$  番目と第  $i+1$  番目のレンズ面との面間隔、 $Z_1$ …光軸。

【書類名】 図面

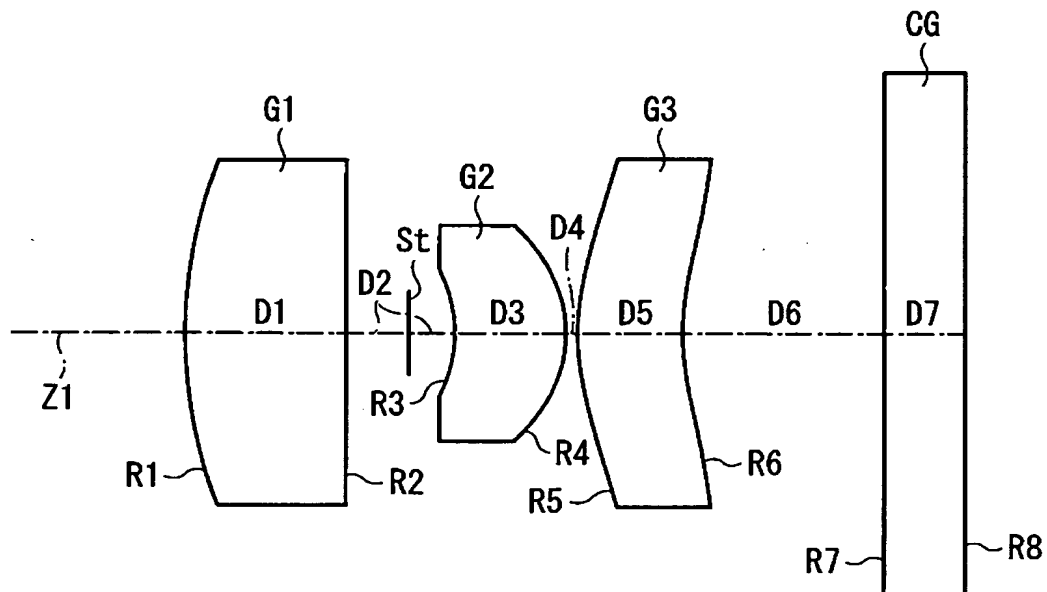
【図 1】

実施例 1

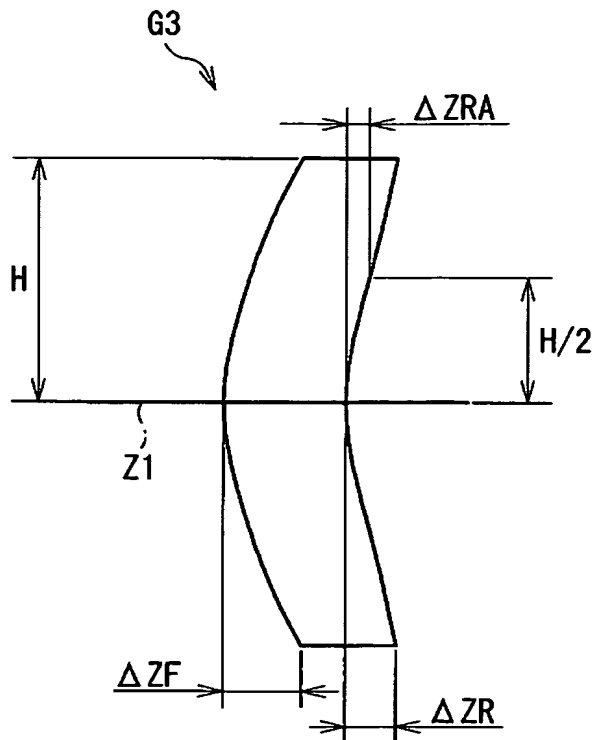


【図 2】

実施例 2



【図 3】



【図 4】

実施例 1 ・ 基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッベ数)
1	2.9263	1.30	1.48749	70.4
2	27.7528	0.95		
*3	-1.3101	0.90	1.50869	56.0
*4	-1.3128	0.10		
*5	1.9280	0.85	1.50869	56.0
*6	2.1980	1.71		
7	0.0000	0.70	1.51680	64.2
8	0.0000			

(\*: 非球面)

(  $f=3.93\text{mm}$ ,  $FNO.=4.0$ ,  $2\omega=66.7^\circ$  )

【図 5】

実施例 1・非球面データ				
非球面係数	面番号			
	第3面	第4面	第5面	第6面
K	-5.4807	-1.7374	-8.4898	-0.9217
A3	—	—	3.7926E-03	4.3276E-02
A4	-2.8445E-01	-1.8745E-01	2.8421E-02	-1.3535E-01
A5	—	—	-2.8333E-02	2.6563E-02
A6	1.1775E-01	1.0618E-01	-1.2320E-03	3.7721E-02
A7	—	—	1.1369E-02	-1.4707E-02
A8	7.5968E-03	-6.2715E-02	0.0001	-0.0072
A9	—	—	-3.1926E-03	5.8518E-03
A10	5.8657E-03	1.7418E-02	7.6681E-04	-1.0870E-03

【図 6】

実施例 2・基本レンズデータ				
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	$\nu_{dj}$ (アッペ数)
1	4.8488	1.40	1.75500	52.3
2	0.0000	0.95		
*3	-1.2963	0.95	1.50869	56.0
*4	-1.2674	0.10		
*5	2.3167	0.90	1.50869	56.0
*6	2.5822	1.76		
7	0.0000	0.70	1.51680	64.2
8	0.0000			

(\*:非球面) (f=3.90mm, FNO.=4.0,  $2\omega=62.9^\circ$ )

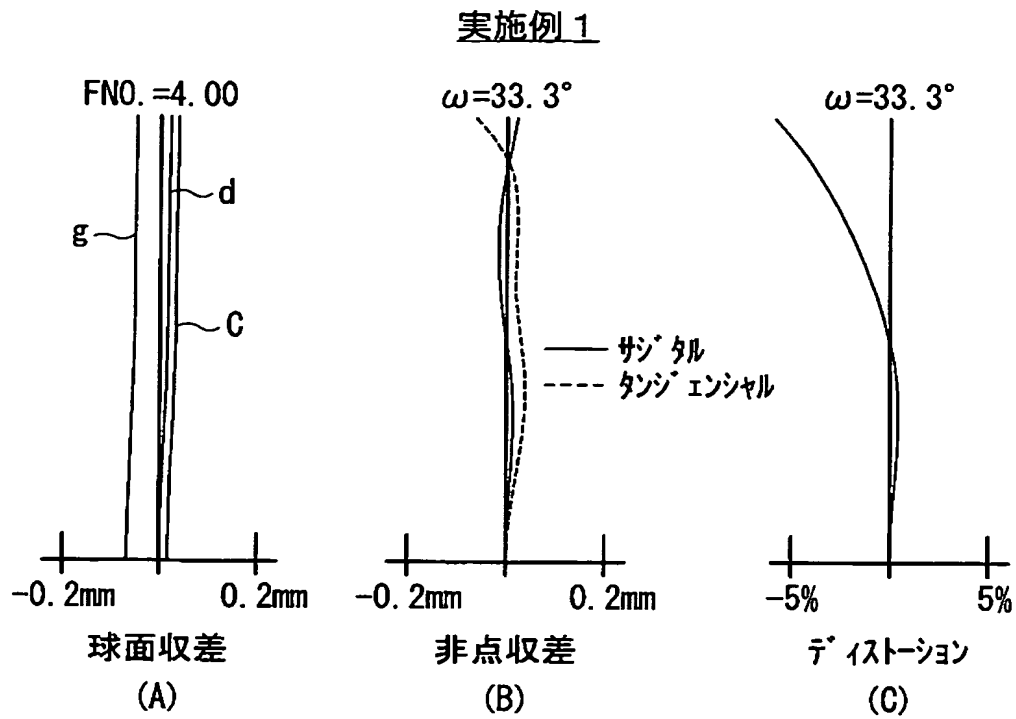
【図 7】

実施例 2・非球面データ				
非球面係数	面番号			
	第3面	第4面	第5面	第6面
K	-5.2422	-2.0855	-8.7908	-9.2172
A3	—	—	-3.7537E-04	4.3276E-02
A4	-2.5359E-01	-1.8248E-01	1.7103E-02	-1.3535E-01
A5	—	—	-3.5433E-02	2.6563E-02
A6	1.3639E-01	1.0853E-01	1.0342E-02	3.7721E-02
A7	—	—	1.1794E-02	-1.4707E-02
A8	9.1987E-03	-6.3243E-02	-3.4430E-03	-7.1996E-03
A9	—	—	-3.2831E-03	5.8518E-03
A10	5.9263E-03	1.6721E-02	1.1883E-03	-1.0870E-03

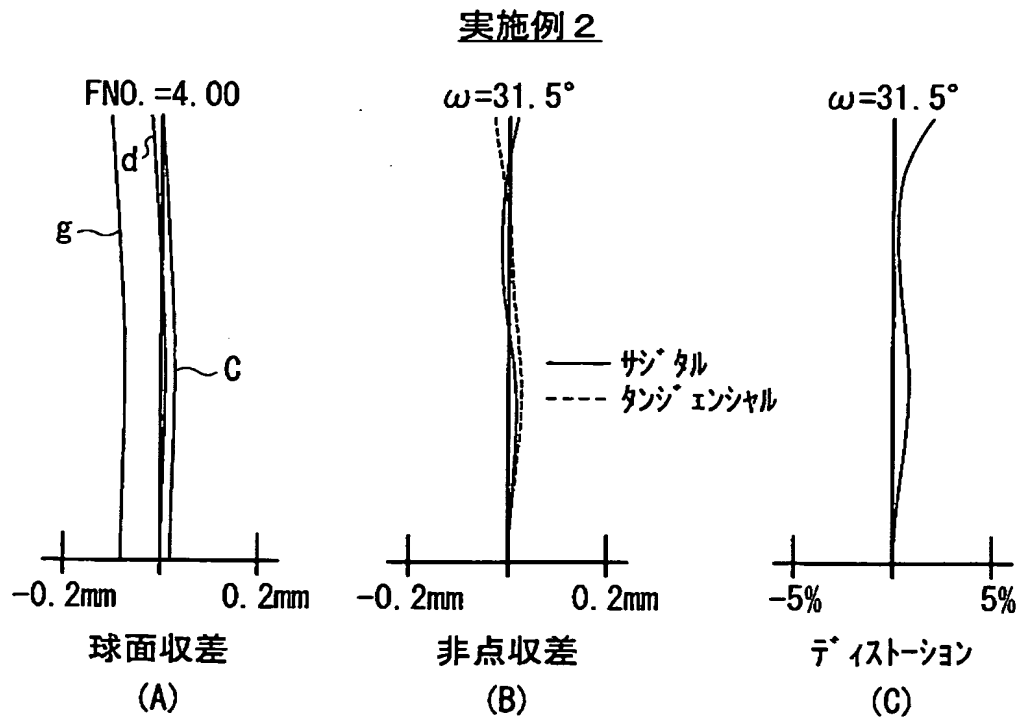
【図 8】

	実施例 1	実施例 2
条件式 (1) $f1/f$	1.68	1.65
条件式 (2) $R1/f$	0.74	1.24
条件式 (3) $\Delta ZF/\Delta ZR$	1.55	1.37
条件式 (4) $\Delta ZRA/\Delta ZR$	0.43	0.44
条件式 (5) $(Bf-\Delta ZR)/D$	0.75 (D=2.435)	0.82 (D=2.435)
条件式 (6) $( R2 -R1)/(R1+ R2 )$	0.81	1.00

【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 少ないレンズ枚数でローコスト化を図りながら、非球面を有効に用いることにより、高性能、かつコンパクトな構成の単焦点レンズを提供する。

【解決手段】 物体側より順に、ガラス材料よりなり、かつ物体側の面を凸面形状とした正のパワーを有する第1レンズG1と、絞りStと、プラスチック材料よりなり、少なくとも1面を非球面形状とし、かつ物体側に凹面を向けた正のパワーを有するメニスカス形状の第2レンズG2と、プラスチック材料よりなり、両面を非球面形状とし、かつ物体側に凸面を向けた正または負のパワーを有するメニスカス形状の第3レンズG3とを備え、かつ、第1，第3レンズG1，G3の焦点距離や形状などに関する所定の条件式(1)～(6)を満たして各レンズの形状、パワー配分などを適切なものになっている。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-094152  
受付番号 50300528401  
書類名 特許願  
担当官 北原 良子 2413  
作成日 平成15年 4月14日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005430  
【住所又は居所】 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地  
【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】 100109656  
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階  
翼国際特許事務所

【氏名又は名称】 三反崎 泰司

## 【代理人】

【識別番号】 100098785  
【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1丁目9番5号 大台ビル2階  
翼国際特許事務所

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 9 4 1 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 4 3 0 ]

1 . 変更年月日 2 0 0 1 年 5 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社

2 . 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社